

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-156038

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/306

(21)Application number : 11-338438 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

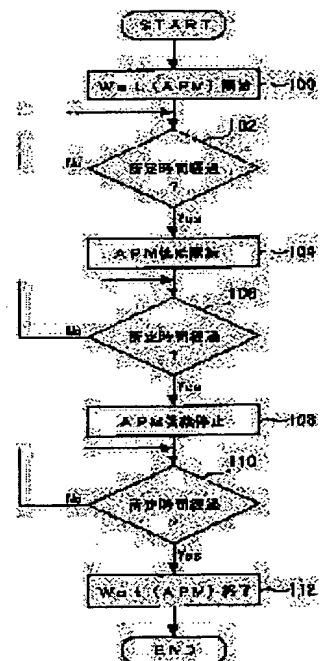
(22)Date of filing : 29.11.1999 (72)Inventor : ASAOKA YASUHIRO  
YOKOI NAOKI

## (54) METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To remove a polysilicon film formed on the surface of a semiconductor device, without damaging its base material layer or leaving etching residues, in a method for manufacturing the semiconductor device.

**SOLUTION:** This polysilicon film is formed on the surface of a silicon wafer. The silicon wafer is set in a batch wet processing device. Wet etching for the polysilicon film is started with APM, containing a solution of aqueous ammonia and hydrogen peroxide at a prescribed mixture ratio, as chemical (step 100). In the middle of the wet etching, APM is added to the chemical being using, extending to a prescribed time (steps 104-108). After a prescribed processing time, wet etching using the APM is finished (step 112).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-156038

(P2001-156038A)

(43) 公開日 平成13年6月8日(2001.6.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 21/306

識別記号

F I

H 0 1 L 21/306

テーマコード(参考)

R 5 F 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-338438

(22) 出願日 平成11年11月29日(1999.11.29)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 浅岡 保宏

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 横井 直樹

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100082175

弁理士 高田 守 (外3名)

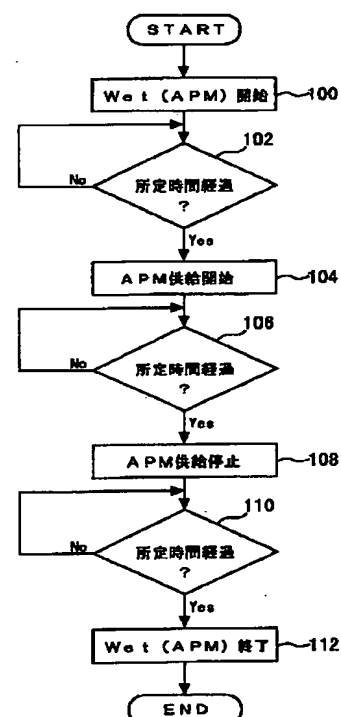
Fターム(参考) 5F043 AA10 BB03 EE22 EE25 EE27

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は半導体装置の製造方法に関し、半導体装置の表面に形成されたポリシリコン膜を、その下地膜にダメージを与えることなく、かつ、エッチング残渣を発生させることなく除去することを目的とする。

【解決手段】 シリコンウェハの表面にポリシリコン膜を成膜する。そのシリコンウェハをバッチ式のウェット処理装置にセットする。アンモニア水と過酸化水素水と純水とを所定の混合比で含むAPMを薬液として、ポリシリコン膜のウェットエッチングを開始する(ステップ100)。ウェットエッチングの途中で、使用中の薬液に、所定時間に渡ってAPMを追加する(ステップ104~108)。所定の処理時間が経過したらAPMによるウェットエッチングを終了する(ステップ112)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 バッチ式のウェット処理装置を用いてポリシリコン膜をエッチングする工程を含む半導体装置の製造方法であって、

シリコンウェハの表面にポリシリコン膜を成膜するステップと、

アンモニア水と過酸化水素水と純水とを所定の混合比で含むAPMを薬液として前記ポリシリコン膜をウェットエッチングするステップと、

前記ウェットエッチングの途中で、前記薬液にAPMまたはアンモニアを追加するステップと、

を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記薬液に追加するAPMまたはアンモニアを、前記薬液と同じ温度に調整するステップを含むことを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 バッチ式のウェット処理装置を用いてポリシリコン膜をエッチングする工程を含む半導体装置の製造方法であって、

シリコンウェハの表面にポリシリコン膜を成膜するステップと、

アンモニア水と過酸化水素水と純水とを所定の混合比で含むAPMを薬液として前記ポリシリコン膜をウェットエッチングするステップと、

前記ウェットエッチングの途中で、前記ウェット処理装置のウェハ保持部に保持されている前記シリコンウェハを所定角度だけ回転させるステップと、

を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記ウェットエッチングのステップは、前記シリコンウェハの回転前に行われる第1のウェットエッチングステップと、

前記シリコンウェハの回転後に行われる第2のウェットエッチングステップとを含み、

前記第1のウェットエッチングステップは、前記ポリシリコン膜の露出部分を完全に除去し得る条件で実行され、

前記第2のウェットエッチングステップは、前記第1のウェットエッチングステップで用いられた条件と同じ条件で行われることを特徴とする請求項3記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 バッチ式のウェット処理装置を用いてポリシリコン膜をエッチングする工程を含む半導体装置の製造方法であって、

シリコンウェハの表面にポリシリコン膜を成膜するステップと、

アンモニア水と過酸化水素水と純水とを所定の混合比で含むAPMの新液を薬液として前記ポリシリコン膜をウェットエッチングするステップと、

前記ウェットエッチングの終了後に、前記ウェットエッチングに用いられた前記APMを廃液とするステップ

と、

を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項6】 バッチ式のウェット処理装置を用いてポリシリコン膜をエッチングする工程を含む半導体装置の製造方法であって、

シリコンウェハの表面にポリシリコン膜を成膜するステップと、

前記ポリシリコン膜の表面から自然酸化膜を除去するためのウェットエッチングを行うステップと、

前記自然酸化膜の除去後に、アンモニア水と過酸化水素水と純水とを所定の混合比で含むAPMを薬液として前記ポリシリコン膜をウェットエッチングするステップと、

を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項7】 バッチ式のウェット処理装置を用いてポリシリコン膜をエッチングする工程を含む半導体装置の製造方法であって、

シリコンウェハの表面にポリシリコン膜を成膜するステップと、

アンモニア水と過酸化水素水と純水とを所定の混合比で含むAPMを薬液として前記ポリシリコン膜をウェットエッチングするステップと、

前記ウェットエッチングの実行中に、前記APMに超音波振動を伝達するステップと、

を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項8】 前記APMに含まれるアンモニアと水の体積比( $\text{NH}_4\text{OH}/\text{H}_2\text{O}$ )は、 $1/50$ よりも小さいことを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造方法に係り、特に、半導体装置の表面に形成されたポリシリコン膜をエッチングによって均一に除去するうえで好適な半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体装置の製造工程では、半導体装置の表面に形成したポリシリコン膜を除去する方法として、ドライエッチングや、フッ酸と硝酸の混合液を用いたウェットエッチング、或いはアンモニア( $\text{NH}_4\text{OH}$ )水を単独で用いるウェットエッチングなどが一般に用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ドライエッチングが用いられる場合は、エッチングガスによるダメージが、ポリシリコンの下地膜(シリコン基板やシリコン酸化膜)にまで及ぶことが考えられる。また、フッ酸と硝酸の混合液によるウェットエッチングが用いられる場合は、ポリシリコン膜が除去された後に、オーバーエッチングの過程でその下地膜(シリコン基板やシリコン酸

化膜)が大幅に除去されることがある。

【0004】シリコン単結晶がアンモニア水で処理される場合は、結晶面(1, 1, 1)のエッチング速度が他の結晶面のエッチング速度に比して低速となる。このため、アンモニア水を単独で用いるウェットエッチングによると、シリコン基板は異方的にエッチングされ、その表面に四角錐型のエッチング残渣が形成される。このようなエッチング残渣は、ポリシリコンがアンモニア水でウェットエッチングされる場合にも同様に発生することがある。従って、アンモニア水を単独で用いるウェットエッチングによってポリシリコンが除去される場合は、半導体装置の表面に微少なポリシリコン残渣が残存することがある。

【0005】本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、ポリシリコン膜を、その下地膜にダメージを与えることなく、かつ、エッチング残渣を発生させることなく除去することのできる半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、バッチ式のウェット処理装置を用いてポリシリコン膜をエッチングする工程を含む半導体装置の製造方法であって、シリコンウェハの表面にポリシリコン膜を成膜するステップと、アンモニア水と過酸化水素水と純水とを所定の混合比で含むAPMを薬液として前記ポリシリコン膜をウェットエッチングするステップと、前記ウェットエッチングの途中で、前記薬液にAPMまたはアンモニアを追加するステップと、を含むことを特徴とするものである。

【0007】請求項2記載の発明は、請求項1記載の半導体装置の製造方法であって、前記薬液に追加するAPMまたはアンモニアを、前記薬液と同じ温度に調整するステップを含むことを特徴とするものである。

【0008】請求項3記載の発明は、バッチ式のウェット処理装置を用いてポリシリコン膜をエッチングする工程を含む半導体装置の製造方法であって、シリコンウェハの表面にポリシリコン膜を成膜するステップと、アンモニア水と過酸化水素水と純水とを所定の混合比で含むAPMを薬液として前記ポリシリコン膜をウェットエッチングするステップと、前記ウェットエッチングの途中で、前記ウェット処理装置のウェハ保持部に保持されている前記シリコンウェハを所定角度だけ回転させるステップと、を含むことを特徴とするものである。

【0009】請求項4記載の発明は、請求項3記載の半導体装置の製造方法であって、前記ウェットエッチングのステップは、前記シリコンウェハの回転前に行われる第1のウェットエッチングステップと、前記シリコンウェハの回転後に行われる第2のウェットエッチングステップとを含み、前記第1のウェットエッチングステップは、前記ポリシリコン膜の露出部分を完全に除去し得る

条件で実行され、前記第2のウェットエッチングステップは、前記第1のウェットエッチングステップで用いられた条件と同じ条件で行われることを特徴とするものである。

【0010】請求項5記載の発明は、バッチ式のウェット処理装置を用いてポリシリコン膜をエッチングする工程を含む半導体装置の製造方法であって、シリコンウェハの表面にポリシリコン膜を成膜するステップと、アンモニア水と過酸化水素水と純水とを所定の混合比で含むAPMの新液を薬液として前記ポリシリコン膜をウェットエッチングするステップと、前記ウェットエッチングの終了後に、前記ウェットエッチングに用いられた前記APMを廃液とするステップと、を含むことを特徴とするものである。

【0011】請求項6記載の発明は、バッチ式のウェット処理装置を用いてポリシリコン膜をエッチングする工程を含む半導体装置の製造方法であって、シリコンウェハの表面にポリシリコン膜を成膜するステップと、前記ポリシリコン膜の表面から自然酸化膜を除去するためのウェットエッチングを行うステップと、前記自然酸化膜の除去後に、アンモニア水と過酸化水素水と純水とを所定の混合比で含むAPMを薬液として前記ポリシリコン膜をウェットエッチングするステップと、を含むことを特徴とするものである。

【0012】請求項7記載の発明は、バッチ式のウェット処理装置を用いてポリシリコン膜をエッチングする工程を含む半導体装置の製造方法であって、シリコンウェハの表面にポリシリコン膜を成膜するステップと、アンモニア水と過酸化水素水と純水とを所定の混合比で含むAPMを薬液として前記ポリシリコン膜をウェットエッチングするステップと、前記ウェットエッチングの実行中に、前記APMに超音波振動を伝達するステップと、を含むことを特徴とするものである。

【0013】請求項8記載の発明は、請求項1乃至7の何れか1項記載の半導体装置の製造方法であって、前記APMに含まれるアンモニアと水の体積比( $\text{NH}_4\text{OH}/\text{H}_2\text{O}$ )は、1/50よりも小さいことを特徴とするものである。

【0014】

【発明の実施の形態】実施の形態1。以下、図1を参照して本発明の実施の形態1の製造方法について説明する。本実施形態の製造方法では、シリコンウェハの表面に、ゲート酸化膜等を構成するためのシリコン酸化膜が成膜される。その上層には、ゲート電極等を構成するためのポリシリコン膜が成膜される。ポリシリコン膜は、APM(アンモニア水と、過酸化水素水と、純水との混合液)を薬液とするウェットエッチングにより除去される。

【0015】APMは、十分に大きなエッチングレートでポリシリコン膜を除去する特性を有している。また、

APMは、アンモニア水が薬液とされる場合にエッチングの異方性に起因して発生するようなエッチング残渣の発生を有効に抑制することができる。更に、APMは、ポリシリコンを、シリコン酸化膜に対して十分に大きな選択比で除去することができる。従って、APMを薬液とするウェットエッチングは、シリコン酸化膜などの下地膜にダメージを与えることなく、かつ、エッチング残渣を発生することなく、ポリシリコン膜を適正にエッチングするうえで好適な方法である。

【0016】本実施形態において、APMを用いたポリシリコンのウェットエッチングは、バッチ式のウェット処理装置を用いて以下の条件で行われる。

・薬液混合比；

アンモニア水（アンモニア濃度30wt%）；

過酸化水素水（過酸化水素水濃度30wt%）；純水＝5：1：500

・薬液温度；75℃

・処理時間；720sec

【0017】本実施形態の製造方法は、上記の条件を満たしつつ、薬液のAPMを追加しながらポリシリコン膜のウェットエッチングを行う点に特徴を有している。以下、本実施形態の方法が用いられる場合と、上記の条件を満たしつつAPMを追加することなくウェットエッチングを行う方法（以下、この方法を「比較方法」と称す）が用いられる場合との差について説明する。

【0018】表1は、比較方法が用いられた際にポリシリコン膜に生ずる膜減り量と、本実施形態の方法が用いられた際に生ずる膜減り量とを示す。それぞれの方法に対する結果には、一回のバッチ処理で1枚のウェハが処理された場合の結果と、50枚のウェハが処理された場合の結果とが含まれている。尚、表1に示す結果は、何れも、ポリシリコン膜の当初の膜厚を9000オングストロームとした場合に得られた結果である。

【0019】

【表1】

薬液補充の有無	処理枚数	ポリシリコン膜の膜減り量 [Å]
なし	1枚	503
	50枚	454
あり	1枚	616
	50枚	605

【0020】比較方法（薬液補充なし）に対する結果は、ウェハの処理枚数が50枚である場合は、その処理枚数が1枚である場合に比して、膜減り量が10%程度少なくなることを示している。この結果より、薬液温度や処理時間が同じであっても、処理に使用される薬液量が一定であると、ウェハの処理枚数が多いほどポリシリコン膜の膜減り量が少量となることが判る。

【0021】ポリシリコン膜がウェットエッチングによって除去される際には、 $\text{Si(OH)}_x$ が生成され、その生成物が薬液中に蓄積される。上記の現象は、ウェハの処理枚数が多数であるほどAPM中に蓄積される $\text{Si(OH)}_x$ が多量となり、ポリシリコン膜のエッチングレートが低下することに起因すると考えられる。

【0022】 $\text{Si(OH)}_x$ の蓄積量に応じてポリシリコン膜のエッチングレートが変化する状況下では、ウェットエッチングの処理時間を一定時間に管理しても、エッチングによって除去される膜厚がバッチ処理の度に変動する。この場合、ポリシリコン膜の下層に形成されているシリコン酸化膜の残膜厚にも変動が生じ易くなる。更に、最悪の場合には、半導体装置の表面にポリシリコンのエッチング残渣が発生する事態が生じ得る。

【0023】図1は、本実施形態の製造方法において実行される一連の処理の内容を説明するためのフローチャートを示す。本実施形態の製造方法では、上述した不都合の発生を防止するため、ポリシリコン膜のウェットエッチングの過程で、ウェット処理装置に適宜APMが追加される。以下、図1を参照して、本実施形態において実行される一連の処理について詳細に説明する。

【0024】図1に示す一連の処理は、ポリシリコン膜を備えるシリコンウェハが、バッチ式のウェット処理装置にセットされた後に開始される。図1に示す一連の処理が開始されると、APMを薬液とするウェットエッチングを開始するために、シリコンウェハがAPMに浸漬される（ステップ100）。

【0025】所定時間（本実施形態では300sec）が経過するまで上記の状態が維持される（ステップ102）。

【0026】所定時間が経過したと判別されると、ウェット処理装置に対してAPMが供給され始める（ステップ104）。ウェット処理装置に供給されるAPMの混合比および薬液温度は、装置内に蓄えられているAPMのそれらと同じ値に調整されている。

【0027】APMは、所定時間（本実施形態では120sec）が経過すると判別されるまで供給され続ける（ステップ106）。ポリシリコン膜のウェットエッチングは、APMの供給中も継続される。

【0028】所定時間が経過したと判別されると、APMの供給が停止される（ステップ108）。上記の如くウェット処理装置にAPMを供給すると、装置内のSi(OH)x濃度を十分に低下させることができる。

【0029】その後、再び所定時間（300sec）が経過したと判別される（ステップ110）と、APMを薬液とするウェットエッチングが終了され（ステップ112）、今回の処理サイクルが終了される。

【0030】表1において、本実施形態の方法（薬液補充有り）に対する結果は、ウェハの処理枚数が1枚であっても50枚であっても、APMが追加される場合は、大きな膜減り量が安定して確保できることを示している。このように、本実施形態の製造方法によれば、APMを薬液としつつ、ウェハの処理枚数に関わらず安定にポリシリコン膜をエッチングすることができる。従って、本実施形態の製造方法によれば、パッチ処理されるウェハの処理枚数に関わりなく、ポリシリコン膜の下地であるシリコン酸化膜などにダメージを与えることなく、かつ、エッチング残渣の発生を有効に抑制しつつ、ポリシリコン膜を効率的に適正な形状にエッチングすることができる。

【0031】本実施形態では、APMに含まれるNH<sub>4</sub>OHの比率を十分に小さな値としている。このため、ウェットエッチングの過程でAPMを追加することとしているが、NH<sub>4</sub>OHの使用量は少量に抑制されている。ところで、APMに含まれるNH<sub>4</sub>OHの比率は、実施の形態1で使用される比率に限定されるものではない。具体的には、NH<sub>4</sub>OH：H<sub>2</sub>Oの体積比が1：50より小さければ、NH<sub>4</sub>OHの使用量を実用的な量に抑えることができる。また、実施の形態1ではウェットエッチングの過程でAPMを追加することとしているが、本発明はこれに限定されるものではなく、アンモニア水を追加することとしてもよい。

【0032】実施の形態2。次に、図2を参照して本発明の実施の形態2の製造方法について説明する。本実施形態の製造方法では、実施の形態1の場合と同様に、シリコンウェハの表面に成膜されたポリシリコン膜がAPMを薬液とするウェットエッチングにより除去される。APMを用いたポリシリコンのウェットエッチングは、パッチ式のウェット処理装置を用いて以下の条件で行われる。

【0033】・薬液混合比；  
アンモニア水（アンモニア濃度30wt%）：  
過酸化水素水（過酸化水素水濃度30wt%）：純水＝  
5：1：500  
・薬液温度；75℃

・処理時間；900sec

【0034】実施の形態1の説明で示したように、ポリシリコン膜のエッチングレートは、Si(OH)xがAPM中に堆積するに伴って低下する。本実施形態の製造方法では、APM中にSi(OH)xが蓄積されるのを避けるため、パッチ処理毎にAPMが新液に入れ換えられる。

【0035】図2は、本実施形態の製造方法において実行される一連の処理の内容を説明するためのフローチャートを示す。図2に示す一連の処理は、ポリシリコン膜を備えるシリコンウェハが、パッチ式のウェット処理装置にセットされた後に開始される。

【0036】本実施形態の製造方法では、まず、ウェット処理装置にAPMの新液が供給される（ステップ120）。

【0037】次に、シリコンウェハをその新液（APM）に浸漬させることにより、ポリシリコン膜のウェットエッチングが開始される（ステップ122）。

【0038】所定時間（本実施形態では900sec）が経過したと判別されるまで、ウェットエッチングを継続すべく、上記の状態が維持される（ステップ102）。

【0039】所定時間が経過したと判別されると、APMを薬液とするウェットエッチングが終了される（ステップ126）。

【0040】次いで、ウェットエッチングの処理に使用されたAPMがウェット処理装置から排出されて（ステップ128）、今回の処理サイクルが終了される。

【0041】本実施形態の製造方法によるパッチ処理を、9000オングストロームの膜厚を有するポリシリコン膜を対象として5回実行し、パッチ処理毎にポリシリコン膜の膜減り量を測定した。その結果、何れの場合も膜減り量は600±10オングストロームの範囲に収まっていた。この結果は、パッチ処理毎にAPMが新液とされる場合、一定の条件下で得られるエッチング量には殆ど変化が生じないことを示している。従って、本実施形態の製造方法によれば、ポリシリコン膜の下地であるシリコン酸化膜などにダメージを与えることなく、かつ、エッチング残渣の発生を有効に抑制しつつ、ポリシリコン膜を安定にエッチングすることができる。

【0042】本実施形態では、実施の形態1の場合と同様に、APMに含まれるNH<sub>4</sub>OHの比率を十分に小さな値としている。このため、パッチ処理毎にAPMを新液とすることとしているが、NH<sub>4</sub>OHの使用量は少量に抑制されている。ところで、APMに含まれるNH<sub>4</sub>OHの比率は、実施の形態2で使用される比率に限定されるものではない。具体的には、NH<sub>4</sub>OH：H<sub>2</sub>Oの体積比が1：50より小さければ、NH<sub>4</sub>OHの使用量を実用的な量に抑えることができる。

【0043】実施の形態3。次に、図3および図4を参照して本発明の実施の形態3の製造方法について説明する。図3（A）は、パッチ式のウェット処理装置の内部

にセットされたシリコンウェハ１０の正面図を示す。また、図３（Ｂ）は、そのシリコンウェハ１０の側面図を示す。ウェット処理装置の内部には、シリコンウェハ１０を垂直に支持するためのウェハ保持部１２が設けられている。ウェハ保持部１２の先端にはＹ字状のウェハ挟持部１４が設けられている。シリコンウェハ１０は、複数のウェハ挟持部１４によってウェット処理装置の内部に支持されている。

【００４４】本実施形態の製造方法では、実施の形態１の場合と同様に、シリコンウェハ１０の表面に成膜されたポリシリコン膜がＡＰＭを薬液とするウェットエッチングにより除去される。シリコンウェハ１０がウェハ挟持部１４に接触する部分には、ウェットエッチングの薬液、すなわち、ＡＰＭが浸入し難い。このため、シリコンウェハ１０のエッジ部分（より具体的にはウェハ挟持部１４に挟持される部分）にはポリシリコンの残渣が残存し易い。本実施形態の製造方法は、ウェット処理装置の内部でシリコンウェハ１０を回転させることにより上記のエッチング残渣の発生を防止する点に特徴を有している。

【００４５】図４は、本実施形態の製造方法において実行される一連の処理の内容を説明するためのフローチャートを示す。図４に示す一連の処理は、シリコンウェハ１０がウェット処理装置にセットされた後に開始される。図４に示す一連の処理が開始されると、ＡＰＭを薬液とするウェットエッチングを開始するために、シリコンウェハ１０がＡＰＭに浸漬される（ステップ１３０）。

【００４６】本実施形態において、上記のウェットエッチングは以下の条件で行われる。

- ・ポリシリコン膜の膜厚；５００オングストローム
- ・薬液混合比；  
アンモニア水（アンモニア濃度３０ｗｔ％）；  
過酸化水素水（過酸化水素水濃度３０ｗｔ％）；純水＝  
５：１：５００
- ・薬液温度；７５℃
- ・処理時間９００sec

【００４７】所定時間（本実施形態では９００sec）が経過するまで、上記の条件によるウェットエッチングが継続される（ステップ１３２）。本実施形態における処理時間９００secは、約６００オングストロームのエッチング量を確保するための条件である。従って、上記のウェットエッチングによれば、約２０％のオーバーエッチングが行われる。

【００４８】所定時間が経過したと判別されるとウェットエッチングが停止される（ステップ１３４）。シリコンウェハ１０がウェハ挟持部１４に挟持される部分にはＡＰＭが浸入し難いため、この時点では、２０％のオーバーエッチングに関わらず、それらの部分にエッチング残渣が残存していることがある。

【００４９】このため、ウェットエッチングが停止された後、シリコンウェハ１０は、ウェット処理装置の内部で、或いは、乾燥工程を経てウェット処理装置の外に取り出された状態で、例えば１８０度程度回転させられる（ステップ１３６）。上記の処理によれば、シリコンウェハ１０のエッジ部分に残存していたエッチング残渣を、ウェハ挟持部１４と接触しない位置に移動させることができる。

【００５０】尚、シリコンウェハ１０の回転角は１８０度に限定されるものではない。すなわち、シリコンウェハ１０の回転前にウェハ挟持部１４に挟持される部分、その回転後に再びウェハ挟持部１４に挟持されない限り、シリコンウェハ１０の回転角は任意に設定することができる。また、本実施形態では、ウェットエッチングを一旦停止させた後のシリコンウェハ１０を回転させることとしているが、シリコンウェハ１０を、薬液に浸漬させたままで回転させることができる場合は、ウェットエッチングを継続させながらシリコンウェハ１０を回転させることとしてもよい。

【００５１】シリコンウェハ１０が所定角度だけ回転した後、上記ステップ１３０で用いられたものと同じ条件でウェットエッチングが再開される（ステップ１３８）。

【００５２】所定時間（本実施形態では９００sec）が経過するまでウェットエッチングが継続される（ステップ１４０）。上記の処理によれば、２０％のオーバーエッチングが確保されるため、シリコンウェハ１０のエッジ部分に残存していたエッチング残渣を確実に除去することができる。

【００５３】所定時間が経過したと判別されるとウェットエッチングが終了され（ステップ１４２）、今回の処理サイクルが終了される。

【００５４】上述の如く、本実施形態の製造方法によれば、ＡＰＭを薬液として、シリコンウェハ１０を回転させながらウェットエッチングを行うことができる。従って、本実施形態によれば、ポリシリコン膜の下地であるシリコン酸化膜などにダメージを与えることなく、ウェハ挟持部１４に挟持される部分にエッチング残渣を残存させることなく、確実にポリシリコン膜を所望の状態にエッチングすることができる。

【００５５】実施の形態４．次に、図５を参照して本発明の実施の形態４の製造方法について説明する。ポリシリコン膜とシリコン酸化膜とを、ＡＰＭを薬液として実施の形態２または３の条件でウェットエッチングした場合、ポリシリコン膜の膜厚減り量は約６００オングストロームとなり、一方、シリコン酸化膜の膜厚減り量は１７オングストロームとなる。このように、ポリシリコン膜とシリコン酸化膜とを、ＡＰＭを薬液として同じ条件でウェットエッチングした場合、シリコン酸化膜のエッチングレートは、ポリシリコンのエッチングレートに比し

て遙かに低い値となる。

【0056】ポリシリコン膜の表面には、通常、膜厚が10オングストローム以下の薄いシリコン酸化膜が自然に形成される（以下、その膜を「自然酸化膜」と称す）。この自然酸化膜は、APMを用いてポリシリコン膜をエッチングしようとする場合に処理の妨げとなる。また、自然酸化膜の膜厚は均一ではないため、ポリシリコン膜の表面に自然酸化膜が形成されている状況でAPMを薬液とするウェットエッチングが行われると、ポリシリコン膜のエッチング量も不均一となる。本実施形態の製造方法は、APMを用いた処理に先立って自然酸化膜を除去することにより上述した不都合の発生を防止する点に特徴を有している。

【0057】図5は、本実施形態の製造方法において実行される一連の処理の内容を説明するためのフローチャートを示す。図5に示す一連の処理は、ポリシリコン膜を備えるシリコンウェハがウェット処理装置にセットされた後に開始される。図5に示す一連の処理が開始されると、APMを薬液とするウェットエッチングに先立って、先ず、HFを薬液とするウェットエッチングが開始される（ステップ150）。

【0058】本実施形態において、上記のウェットエッチングは以下の条件で行われる。

- ・薬液混合比；HF（HF濃度30wt%）：純水＝1：500
- ・薬液温度；23℃
- ・処理時間680sec

【0059】所定時間（本実施形態では680sec）が経過するまで、上記の条件によるウェットエッチングが継続される（ステップ152）。HFを用いたウェットエッチングによればシリコン酸化膜を高いエッチングレートで除去することができる。従って、上記の処理によれば、ポリシリコン膜の表面に形成されている自然酸化膜を除去することができる。

【0060】所定時間が経過したと判別されると、HFを薬液とするウェットエッチングが停止され（ステップ154）、次いで、APMを薬液とするウェットエッチングが開始される（ステップ156）。

【0061】本実施形態において、APMを用いたウェットエッチングは以下の条件で行われる。

- ・薬液混合比；  
アンモニア水（アンモニア濃度30wt%）：  
過酸化水素水（過酸化水素水濃度30wt%）：純水＝5：1：500
- ・薬液温度；75℃
- ・処理時間；900sec

【0062】所定時間（本実施形態では900sec）が経過するまで、上記の条件によるウェットエッチングが継続される（ステップ158）。ポリシリコン膜の表面から既に自然酸化膜が除去されているため、上記のウエ

ットエッチングによれば、ポリシリコン膜をその全面において均一に除去することができる。

【0063】所定時間が経過したと判別されると、APMを薬液とするウェットエッチングが終了される（ステップ160）。上述した一連の処理が終了することにより、今回の処理サイクルが終了される。

【0064】上述の如く、本実施形態の製造方法によれば、ポリシリコン膜の表面から自然酸化膜を除去した後にAPMを薬液とするウェットエッチングを開始することができる。従って、本実施形態によれば、ポリシリコン膜の下地であるシリコン酸化膜などにダメージを与えることなく、ポリシリコン膜を半導体装置の全面において均一に所望の形状にエッチングすることができる。

【0065】実施の形態5。次に、図6を参照して本発明の実施の形態5の製造方法について説明する。ポリシリコン膜のウェットエッチングが、その表面に異物が付着した状態で行われると、異物がマスクとなってエッチング残渣が形成されることがある。従って、ポリシリコンの表面に付着した異物は速やかに除去されることが望ましい。本実施形態の製造方法は、上記の要求を満たすべく、シリコンウェハに超音波を印加しながらポリシリコン膜のウェットエッチングを行う点に特徴を有している。

【0066】図6は、本実施形態の製造方法において実行される一連の処理の内容を説明するためのフローチャートを示す。図6に示す一連の処理は、ポリシリコン膜を備えるシリコンウェハがウェット処理装置にセットされた後に開始される。図6に示す一連の処理が開始されると、先ず、APMを薬液とするウェットエッチングが開始されると共に、APMに対して超音波が伝達され始める（ステップ170）。

【0067】本実施形態において、APMを用いたウェットエッチングは以下の条件で行われる。

- ・薬液混合比；  
アンモニア水（アンモニア濃度30wt%）：  
過酸化水素水（過酸化水素水濃度30wt%）：純水＝5：1：500
- ・薬液温度；75℃
- ・処理時間；900sec

【0068】所定時間（本実施形態では900sec）が経過するまで、上記の条件によるウェットエッチングが継続される（ステップ172）。APMを介してシリコンウェハに超音波が伝達されているため、ポリシリコン膜の表面に付着した異物は速やかに除去される。このため、上記の処理によれば、ポリシリコン膜を、その全面においてエッチング残渣を生じさせることなく除去することができる。

【0069】所定時間が経過したと判別されると、APMを薬液とするウェットエッチングが終了されると共に、超音波の発生が停止される（ステップ174）。こ



これらの処理が終了することにより今回の処理サイクルが終了する。

【００７０】上述の如く、本実施形態の製造方法によれば、ポリシリコン膜の表面に付着する異物を除去しながらウェットエッチングを進行させることができる。５００オングストロームの膜厚を有するポリシリコン膜を、超音波を印加せずに上記の条件でウェットエッチングしたところ、粒径０．１５μm以上のエッチング残渣は３０００個以上残存した。これに対して、本実施形態の方法では、その残渣数を１６２０個に減少させることができた。このように、本実施形態によれば、シリコン酸化膜などの下地膜にダメージを与えることなくポリシリコン膜をエッチングすることができ、かつ、エッチング残渣を半導体装置の全面において極めて少量とすることができる。

【００７１】

【発明の効果】この発明は以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。請求項１記載の発明によれば、ＡＰＭを薬液としてポリシリコン膜をエッチングすることができる。また、ウェットエッチングの途中でその薬液にＡＰＭまたはアンモニアを追加することで、ポリシリコン膜のエッチングレートが低下するのを防止することができる。このため、本発明によれば、シリコン酸化膜などの下地膜にダメージを与えることなく、ポリシリコン膜を安定にエッチングすることができる。

【００７２】請求項２記載の発明によれば、ウェットエッチングの途中で、薬液と同じ温度に調整されたＡＰＭまたはアンモニアを追加することができる。このため、本発明によれば、ウェットエッチングの条件変動を伴わずにＡＰＭやアンモニアを追加することができ、安定したエッチング特性を維持することができる。

【００７３】請求項３記載の発明によれば、ウェットエッチングの途中でシリコンウェハを回転させることにより、ウェハ保持部と接触している部分を、ＡＰＭに晒すことができる。このため、本発明によれば、ウェハ保持部と接触する部分にエッチング残渣が発生するのを有効に防止することができる。

【００７４】請求項４記載の発明によれば、ウェハ保持部と接触していない部分のポリシリコン膜をシリコンウェハの回転前に完全に除去することができる。また、シリコンウェハの回転前にウェハ保持部と接触していた部分のポリシリコン膜を、シリコンウェハの回転後に完全に除去することができる。従って、本発明によれば、ポ

リシリコン膜のエッチング残渣の発生を有効に防止することができる。

【００７５】請求項５記載の発明によれば、ポリシリコン膜を、常にＡＰＭの新液を用いてウェットエッチングすることができる。換言すると、本発明では、ウェットエッチングの薬液として $\text{Si(OH)}_x$ が蓄積されたＡＰＭが用いられることがない。このため、本発明によれば、常に安定したエッチングレートでポリシリコン膜を除去することができる。

【００７６】請求項６記載の発明によれば、ＡＰＭを用いるウェットエッチングに先立って、ポリシリコン膜の表面に形成されている自然酸化膜を除去することができる。このため、本発明によれば、ＡＰＭを用いるウェットエッチングの進行が自然酸化膜によって妨げられることがなく、常に安定したエッチング特性を得ることができる。

【００７７】請求項７記載の発明によれば、ウェットエッチングの実行中に、シリコンウェハの表面に付着している異物を超音波によって除去することができる。このため、本発明によれば、そのような異物がマスクとなってエッチング残渣が形成されるのを有効に防止することができる。

【００７８】請求項８記載の発明によれば、アンモニアの濃度が十分に抑制されたＡＰＭを用いてウェットエッチングを行うことができる。このため、本発明によれば、アンモニアの使用量を十分に少量とすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図１】 本発明の実施の形態１の製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図２】 本発明の実施の形態２の製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図３】 本発明の実施の形態２の製造方法で処理されるシリコンウェハの正面図および側面図である。

【図４】 本発明の実施の形態３の製造方法を説明するためのフローチャートである。

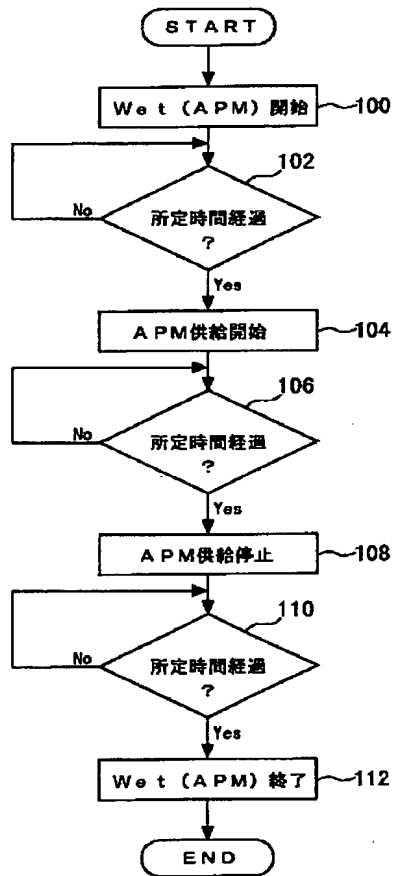
【図５】 本発明の実施の形態４の製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図６】 本発明の実施の形態５の製造方法を説明するためのフローチャートである。

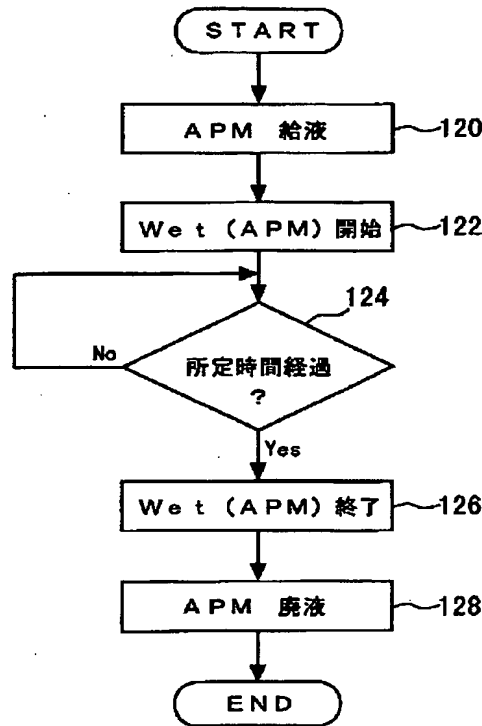
#### 【符号の説明】

１０ シリコンウェハ、 １２ ウェハ保持部、  
１４ ウェハ挟持部。

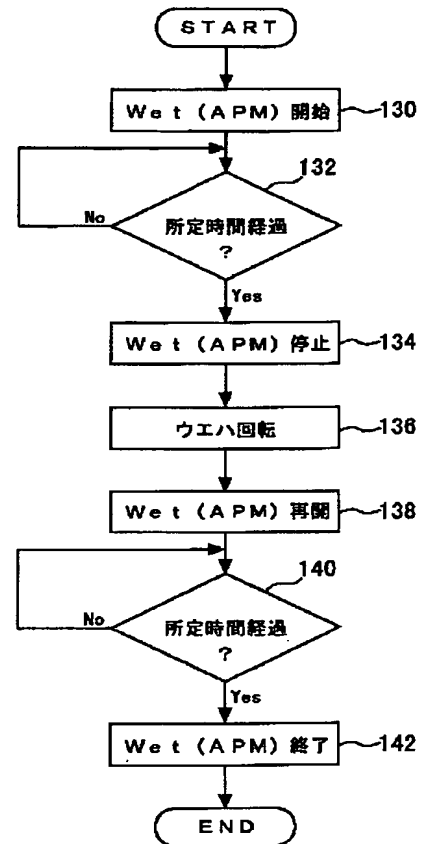
【図1】



【図2】

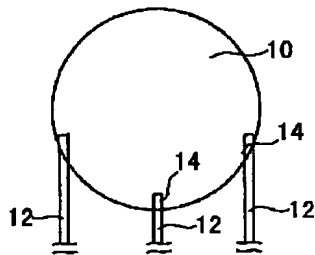


【図4】

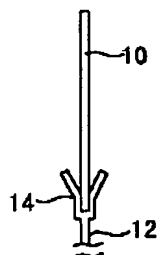


【図3】

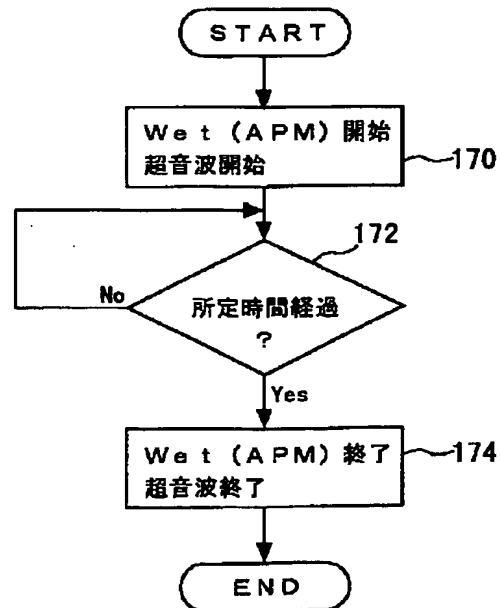
(A)



(B)



【図6】



【図5】

